Über die pseudoskopische Ablenkung paralleler Linien, wenn dieselben in gewisser Weise von Querstrichen durchsetzt sind.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde bei hochlöblicher philosophischer Fakultät zu Marburg

eingereicht von

Bernhard Metz

aus Hohnstadt,

ord. Lehrer an der Grossh. hess. Realschule erster Ordnung zu Offenbach a. M.

Marburg, 1882.

Fig. 1.

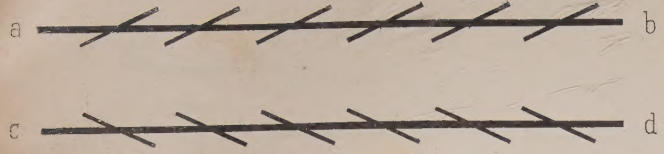


Fig. 2.

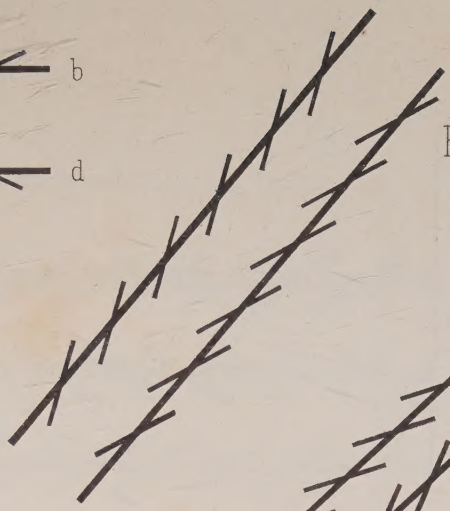


Fig. 4.

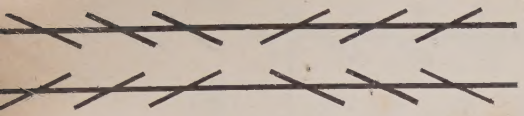


Fig. 5.

Fig. 3.

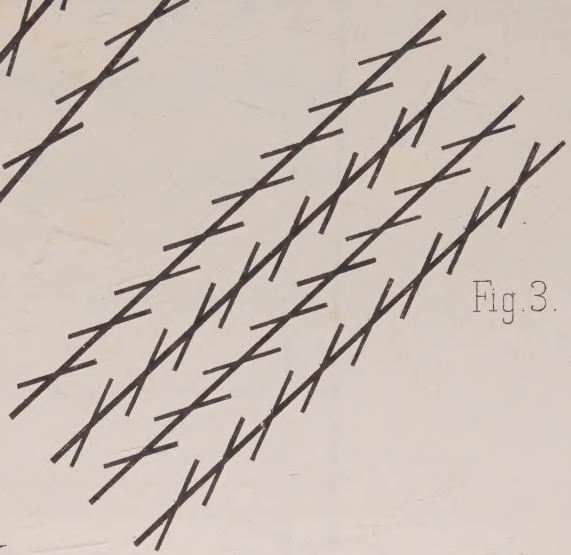


Fig. 6.

Fig. 7.

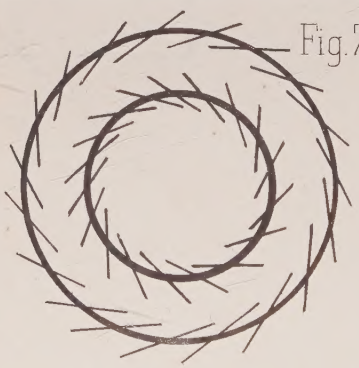
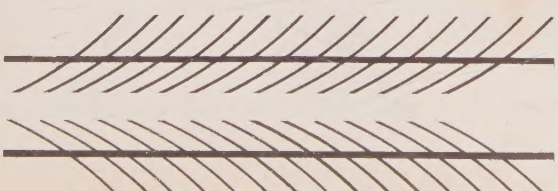
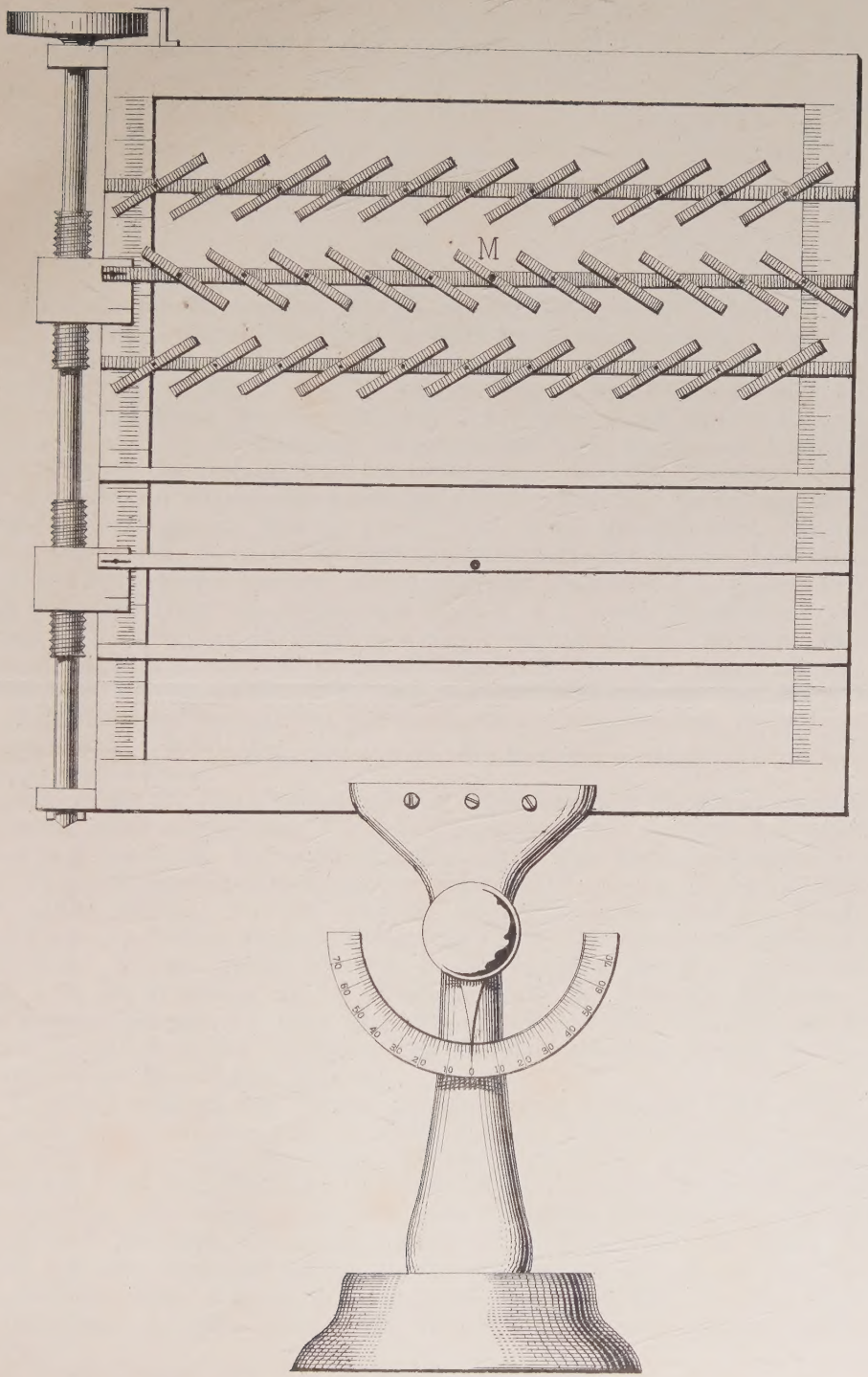


Fig. 8.

Fig. 9.




M
70
60
50
40
30
20
10
0
10
20
30
40
50
60
70

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554015_0074

In Poggendorffs Annalen, Bd. CIX. p. 500—523, ist von Zöllner anf eine höchst merkwürdige optische Täuschung aufmerksam gemacht worden, welche derselbe zufällig an einem für Zeugdruck bestimmten Muster entdeckte. Auf ihre einfachste Form zurückgeführt, ist diese Täuschung an Fig. 1 (Taf. I) wahrzunehmen. Die beiden geraden Linien ab und cd sind, wie man sich durch Messung mit dem Zirkel (oder durch Hinaufsehen unter einem sehr spitzen Winkel nach der Richtung der Längsstreifen) leicht überzeugen kann, objektiv parallel, scheinen aber nach der rechten Seite hin zu konvergieren. Diese Täuschung tritt noch auffälliger bei Fig. 2 hervor, bei welcher die parallelen Linien schräg zur Verbindungslinie unserer beiden Augen liegen, vorausgesetzt, dass die ganze Figur gerade gehalten wird. Nimmt man mehrere Parallelen (wie in Fig. 3), so ist die Täuschung ebenfalls sehr deutlich bemerkbar, und zwar divergieren und konvergieren scheinbar die Längsstreifen abwechselnd nach einer Seite hin, während die erste und dritte Linie, die zweite und vierte u. s. f. sowohl objektiv als auch subjektiv parallel sind. — Verschiedene Modifikationen dieser eigentümlichen Täuschung sind in den folgenden Figuren (4, 5, 6, 7, 8, u. 9) zur Anschauung gebracht. Man ersieht daraus, dass auch die Täuschung nicht nur für gerade Linien gilt, sondern überhaupt bei allen parallelen Linien stattfindet, sobald dieselben nur mit den kleinen Querlinien versehen sind, die auf ein und demselben Träger unter sich parallel sein dürfen, aber mit denjenigen des anderen Trägers konvergieren resp. divergieren müssen.

Zöllner hat für diese Täuschung eine sehr sinnreiche Erklärung gegeben, die mir nach meinen weiter unten angegebenen Versuchen auch unter den mannigfachen anderen Erklärungsversuchen, z. B. von Kundt, Helmholtz, Scheffler u. A.*) noch die wahrscheinlichste zu sein scheint.

Die pseudoskopische Ablenkung der parallelen Längslinien ist nach Zöllner auf psychische Momente zurückzuführen. Auf der Netzhaut unseres Sehorgans sind jene Linien noch parallel, und erst durch psychischen Einfluss, indem das Urteil des Beobachters gefälscht wird, erscheint die Täuschung. Dieselbe gehört demnach in die Kategorie der sog. psychischen Täuschungen, zu denen z. B. die Vergrösserung der Mondscheibe in der Nähe des Horizonts, die Überschätzung der Grösse eines plötzlich nahe an unserem Auge vorbeifliegenden Insektes und viele andere, namentlich von Oppel in den Jahresberichten des physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. in Menge aufgezählte Täuschungen gehören.

Es würde mich zu weit führen, die Zöllnersche Erklärung ihrem ganzen Umfange nach hier zu wiederholen und muss ich in dieser Hinsicht auf die betreffende Abhandlung (Poggd. Ann. Bd. CIX. p. 500—523) verweisen Zöllner zeigte in der genannten Abhandlung, dass die Täuschung auf einer Verschiedenheit der Zeiten beruhe, welche die unbewussten Verstandesoperationen bedürfen, um beziehungsweise zu dem Urteil des Parallelismus oder Nichtparallelismus der Längs- und Querlinien zu kommen. Auch später hielt Zöllner in seinem Buche „Über die Natur der Kometen“ diese Erklärung, welche sich im allgemeinen auf die Theorie der unbewussten Schlüsse stützt, anderen Erklärungsversuchen gegenüber (von Kundt, Hering, Scheffler, Helmholtz) aufrecht und teilte Versuche mit, welche jene Theorieen unwahrscheinlich gemacht haben.

*) Kundt, Poggend. Ann. Bd. CXX, p. 118
Helmholtz, physiolog. Optik., p. 564—571.
Scheffler, Poggend. Ann. Bd. CXXVII, p. 105.

Ferner wurde in Poggend. Annalen Bd. CXIV, p. 587–591, von Zöllner eine Vorrichtung beschrieben, durch welche man imstande ist, die Grösse der pseudoskopischen Ablenkung paralleler Längsstreifen zu messen.

„An zwei gegenüberstehenden Seiten eines quadratischen Messingrahmens, welcher 212 mm Seitenlänge im Lichten, 12 mm Breite und 7 mm Dicke hat, laufen diesen Seiten parallel und von gleicher Länge mit denselben zwei Stahlschrauben, deren Gewinde von der Mitte aus nach entgegengesetzten Seiten geschnitten sind. Hierdurch lassen sich mit jeder Schraube gleichzeitig und nach entgegengesetzten Richtungen zwei Messingstückchen mikrometrisch verschieben, von denen je zwei an den gegenüberstehenden Quadratseiten durch einen 234 mm langen und 5 mm breiten Messingstreifen beweglich verbunden sind. Diese beiden Messingstreifen können demnach vermittelst der besagten Schrauben parallel oder um einen beliebigen Winkel gegeneinander geneigt eingestellt werden.

Auf jedem dieser Messingstreifen sind in Abständen von je 23 mm acht kleinere Streifen von 64 mm Länge und 5 mm Breite derartig angebracht, dass man dieselben um feste Centren in der Ebene der Längsstreifen drehen und ihren jeweiligen Neigungswinkel zu den letzteren bestimmen kann. Die Enden dieser kleinen Streifen sind nicht abgerundet sondern geradlinig, so dass die Form der letzteren die eines länglichen Rechtecks ist.

Die Messungen mit dem beschriebenen Apparate wurden einfach in der Weise angestellt, dass der Beobachter aus einer gewissen Entfernung die pseudoskopisch abgelenkten Längsstreifen so lange im entgegengesetzten Sinne dieser Ablenkung verstellte, bis er die Streifen parallel sah. Aus dem gemessenen Abstande der oberen und unteren Drehungspunkte der Längsstreifen wurde alsdann der pseudoskopische Ablenkungswinkel φ nach der Formel:

$$\text{tang}\,\frac{\varphi}{2} = \frac{d}{2l}$$

berechnet, worin d die Differenz der gemessenen Abstände und l den Abstand der Drehungsmittelpunkte eines Längsstreifens bedeutet. Dieser Abstand beträgt bei der beschriebenen Vorrichtung 234 mm.

Bei den Beobachtungen war die Vorrichtung so aufgestellt, dass sich die Längsstreifeu mit ihren schrägen Querstreifen auf einer dahinter befindlichen, gleichmässig angestrichenen Wand projicirten, so jedoch, dass die Gleichmässigkeit des Grundes durch den Schatten des Apparates nicht beeinträchtigt wurde. Es kann dies sehr leicht dadurch bewerkstelligt werden, dass man für diesen Zweck eine nicht dem Fenster gegenüberstehende Wand wählt. Noch besser wird dieser Zweck erreicht, wenn man die Hinterseite des Rahmens mit Papier überspannt und die Vorrichtung alsdann einem Fenster gegenüberstellt.“

Mit Hülfe dieser Vorrichtung gelang es Zöllner nachzuweisen:

1) dass die Stärke der Täuschung durch die Individualität des Beobachters bedingt wird,
2) dass die Grösse der pseudoskopischen Ablenkung paralleler Linien von dem Neigungswinkel der sie durchschneidenden Querlinien abhängig ist,
3) dass bei der momentanen Beleuchtung durch den elektrischen Funken die Täuschung ebenfalls stattfindet und im allgemeinen beträchtlich stärker wird,
4) dass im homogenen roten Lichte eine Verminderung der Täuschung wahrnehmbar ist.

In Anbetracht der Wichtigkeit, welche die Beobachtungen mit dem erwähnten Apparate haben, indem wir hier imstande sind eine psychische Grösse messend zu verfolgen, habe ich mir die Aufgabe gestellt, die Beobachtungen Zöllners einerseits in grösserem Massstabe zu wiederholen, andererseits durch neue Messungen zu ergänzen.

Der Apparat, den ich für meine Messungen konstruiert habe, ist auf Taf. II abgebildet und besteht aus einem von Nussbaumholz angefertigten quadratischen Rahmen, dessen Seite 22 cm im Lichten misst und als Rückwand eine mattgeschliffene Glasplatte besitzt. Auf dem Rahmen sind sechs Längsstreifen angebracht, von denen die oberen drei mit Querstreifen versehen sind, die unteren drei aber derselben entbehren. Sämtliche Streifen sind aus Messing gefertigt und überall 4 mm breit. Von den drei oberen Streifen sind der erste und dritte mittelst Klemmschrauben an dem Rahmen befestigt, der mittelste aber ist um eine zur Ebene der Glasplatte senkrechte Achse im Punkt M drehbar. Analoges gilt für die drei unteren Längsstreifen.

An der linken Seite des Apparates, der ganzen Seitenlänge desselben entsprechend, befindet sich ein cylinderförmiger Stab von Stahl, der etwa die Dicke eines gewöhnlichen Bleistiftes

besitzt. An demselben sind zwei der Länge nach durchbohrte Mikrometerschrauben von Messing aufgesteckt und fest gelötet. Der cylinderförmige Stab trägt oben einen Schraubenkopf mit Einteilung. Dreht man an letzterem, so werden hierdurch zwei Messingstücke, in welchen sich das Muttergewinde für die beiden Mikrometerschrauben befindet, gleichzeitig verschoben und damit auch die Enden der beiden um ihre Mitte drehbaren Längsstreifen mikrometrisch bewegt. Die Grösse der Verschiebung der Messingstücke kann an einer Millimeterskala abgelesen werden, die sich an der linken Seite des Rahmens befindet. Zufälligerweise hat meine Mikrometerschraube eine Schraubenganghöhe von genau 1 mm; es können deshalb die Zehntel und Hundertstel eines Millimeters oben am Schraubenkopf einfach abgelesen werden. — Die kleinen Querstreifen (auf jedem Hauptstreifen sind deren 11 angebracht) haben eine Länge von 36 mm und sind in Abständen von je 20 mm um feste Centren an ihrem Hauptstreifen drehbar. — Sämtliche Messingstreifen, Messingstücke und Klemmschrauben sind geschwärzt, wie auch der ganze Rahmen schwarz angestrichen ist.

Wenn die drei Längsstreifen mit ihren schrägen Querstreifen zu einander objektiv parallel stehen, so erscheint nur der mittlere Hauptstreifen pseudoskopisch abgelenkt, während der erste und dritte Streifen sowohl objektiv als auch subjektiv parallel bleiben. Der mittlere Streifen kann nun durch eine Drehung um seine Mitte zu den beiden anderen Streifen subjektiv parallel gestellt werden, was durch Drehen am Schraubenkopfe bewerkstelligt wird. In dem Augenblick, wo dem Beobachter sämtliche drei Längsstreifen parallel erscheinen, wird die Grösse der Verschiebung des Messingstückes an der Millimeterskala und am Schraubenkopf abgelesen, und man weiss damit, wie stark die Täuschung gewesen ist.

Dadurch, dass bei dieser Konstruktion des Apparates nicht zwei sondern drei Längsstreifen verwendet sind, von denen der mittlere zu den beiden anderen parallel gestellt werden kann, ist der Beobachter mit grösserer Sicherheit zu sagen imstande, wann ihm die drei Streifen parallel erscheinen; denn die von dem Auge gemessenen Abstände homologer Punkte zur Bestimmung des Parallelismus zwischen dem oberen und mittleren Streifen einerseits und dem mittleren und unteren Streifen andererseits kontrollieren sich gegenseitig.

Wie schon erwähnt, sind an dem Apparate auch unten drei Längsstreifen ohne Querlinien angebracht. Diese haben den Zweck, den Beobachter in Bezug auf die Sicherheit seines Urteils über den Parallelismus von geraden Linien überhaupt zu prüfen. Dieses Urteil — oder wie man im gewöhnlichen Leben sagt, „Augenmass“ — habe ich bei vielen Personen, namentlich bei Schülern und Leuten, die sich wenig oder gar nicht mit Zeichnen beschäftigt hatten, so unsicher befunden, dass ich derartige Leute für die weiteren Beobachtungen an den oberen drei Längsstreifen absolut nicht brauchen konnte.

Wie aus der Abbildung ersichtlich, ist noch am Fuss des Apparates ein Gradbogen angebracht. Hier befindet sich nämlich ein Scharniergelenk, das durch eine Schraube hinten fest geklemmt werden kann. Dadurch ist es möglich, dem ganzen Apparate nach rechts oder links eine beliebige Neigung bis zu 90° zu geben.

Sollen über den Parallelismus der drei oberen Längsstreifen mit dem Apparate Beobachtungen angestellt werden, so wird derselbe einem Fenster gegenübergestellt, wodurch die geschwärzten Streifen auf der dahinter befindlichen durchscheinenden Glasplatte recht scharf hervortreten und jeder störender Schattenwurf beseitigt ist. Der Beobachter sitzt auf einem Stuhle in bestimmter Entfernung vom Apparate und hat auf das Geradehalten seines Kopfes ganz besonderes Augenmerk zu richten. Eine zweite Person dreht am Schraubenkopf der Mikrometerschraube. Hierdurch verschiebt sich das links befindliche Messingstück noniusartig an der Millimeterskala. Zeigt der Index am Messingstücke genau auf den Nullstrich der Skala, dann sind die drei Längsstreifen objektiv parallel. Sollen sie nun alle drei subjektiv parallel sein, dann muss der Mittelstreifen an seinem linken Ende noch um einige Millimeter heraufgeschraubt werden.

Gewöhnlich wurden nach einander 10 Beobachtungen gemacht und daraus das arithmetische Mittel genommen. Vor der Beobachtung wurde das bewegliche Messingstück stark nach oben oder unten verschoben, und zwar abwechselnd, um einen etwa auftretenden konstanten Fehler zu eliminieren.

Im allgemeinen muss ich bemerken, dass es für den Beobachter durchaus nicht leicht ist zu sagen, wann ihm die Längsstreifen parallel erscheinen, und es erfordert Geschicklichkeit und Übung im Beobachten, wenn man gut übereinstimmende Resultate erhalten will. Selbst Leute, die recht gutes Augenmass besassen, wie aus Beobachtungen an den unteren drei Streifen hervor-

ging, und mit physikalischen Beobachtungen wohl vertraut waren, konnten häufig keine gut untereinander übereinstimmende Zahlen erhalten. Vor allen Dingen muss das Auge nicht ermüdet sein und sich in nicht zu geringer Entfernung vom Apparate befinden, damit man die ganze Figur mit einem Blicke bequem übersehen kann. Viele Beobachter geben sich beim Betrachten der Figur nicht vollständig der Täuschung hin, fixieren mehr oder weniger die Abstände der beiden Längsstreifen von einander an den beiden Enden links und rechts und erhalten damit eine geringere Ablenkungszahl, als wenn sie die ganze Figur auf einmal, ohne einzelne Punkte zu fixieren, betrachtet hätten. Gut übereinstimmende Zahlen habe ich gewöhnlich dann erhalten, wenn ich den mittleren Längsstreifen fixierte und die beiden anderen im indirekten Sehfeld hatte. Man hat dann deutlich den Schein von der Richtung dieser Linien und kann den Mittelstreifen gut dazu einstellen. Diese Art des Beobachtens habe ich besonders in dem Falle anwenden müssen, wenn die Längsstreifen zur Verbindungslinie der beiden Augen nicht mehr parallel oder senkrecht stehen.

In folgendem erlaube ich mir nun meine bis jetzt angestellten Beobachtungen mitzuteilen; dieselben sind sämtlich bei binokularer Betrachtung angestellt, wenn nicht anders angegeben. Die angeführten Zahlen drücken die Verschiebung des beweglichen Messingstückes über den Nullpunkt der Skala in Millimetern aus. Man erhält daraus den Ablenkungswinkel φ nach der Formel:

$$\text{tang } \varphi = \frac{h}{l},$$

worin h die abgelesene Zahl und l den Abstand der beiden Drehpunkte des Mittelstreifens, wenn dieser auf Null steht, nämlich 128 mm bedeutet.

Es möge ferner bezeichnen:

- e die Entfernung des Beobachters vom Apparate,
- α den Winkel, welchen die kleinen Querstreifen mit ihrem Hauptstreifen bilden,
- β den am unteren Gradbogen abgelesenen Winkel, wenn nämlich dem ganzen Apparate eine Neigung nach rechts gegeben wurde. Dieser Winkel ist bei horizontaler Stellung der Längsstreifen gleich Null.
- a den Abstand des oberen resp. unteren Längsstreifens von dem Mittelstreifen (die Mittellinien), wenn diese drei Streifen objektiv parallel sind. Dieser Abstand betrug bei allen Messungen, wenn nicht anders angegeben, 35 mm.

1. Der individuelle Einfluss auf die Stärke der pseudoskopischen Ablenkung.

Übereinstimmend mit den Beobachtungen Zöllners habe auch ich gefunden, dass die Grösse der pseudoskopischen Ablenkung ganz wesentlich durch die Individualität des Beobachters bedingt wird. Unter möglichst gleichen Umständen habe ich bis jetzt mit etwa 50 Personen verschiedenen Alters und Geschlechtes Beobachtungen angestellt und dabei eine grosse Verschiedenheit in der Stärke der Täuschung bemerkt. Die Mittelzahlen aus je 10 Beobachtungen lagen bei den verschiedenen Beobachtern gewöhnlich zwischen 2,00 und 4,00, oder, im Winkelmass ausgedrückt, zwischen $\varphi = 0^0\,53'\,43''$ resp. $\varphi = 1^0\,47'\,24''$, wenn

$$a = 35 \text{ mm}$$
$$e = 125 \text{ cm}$$
$$\alpha = 30^0$$
$$\beta = 0^0$$

war.

Ich hatte ursprünglich die Absicht, derartige Messungen auf möglichst viele Personen auszudehnen, um daraus nachher gewissermassen statistische Resultate zu erzielen. Ich zweifle keinen Augenblick daran, dass eine solche Statistik zu ganz interessanten psychologischen Ergebnissen führen würde, aber ich habe von dieser Aufgabe zurückstehen müssen, weil ich bis jetzt zu wenig Beobachter gefunden habe, bei denen die Zahlen einer Beobachtung unter sich befriedigend übereinstimmen. Bei den meisten Personen ist das Urteil über den subjektiven Parallelismus der Linien so unsicher, und die Zahlen einer Beobachtung stimmen unter sich so wenig überein, dass ich es für zu gewagt halte, hieraus irgend welche berechtigte Schlüsse abzuleiten.

Dagegen kann ich als vollkommen sicher konstatieren, dass die Täuschung auch bei ein und derselben Person unter möglichst gleichen physikalischen Bedingungen nicht konstant bleibt,

sondern einem bestimmten Wechsel unterworfen ist, der mir von der jeweiligen Gemütsstimmung oder anderen psychischen Einflüssen des Beobachters abhängig zu sein scheint. Gerade hierin finde ich eine Hauptstütze für die Zöllnersche Erklärung, welche das Zustandekommen der Täuschung auf rein psychische Momente zurückzuführen sucht. So ändert sich im Laufe eines Tages die Täuschung gewöhnlich derart, dass sie Vormittags im allgemeinen stetig wächst, nach der Mittagsmahlzeit auf einmal fällt und von da bis zum Abend allmählich wieder steigt. Ich erlaube mir hierüber folgende an mir selbst angestellte Beobachtungen mitzuteilen:

22. Dezember 1879; e = 1 m; $\alpha = 30^0$; $\beta = 90^0$; Beobachter: Metz.

No. der Beobachtung	9 Uhr Vorm.	11 Uhr	12 Uhr	1½ Uhr Nachm.	2½ Uhr	5 Uhr	8 Uhr	9 Uhr
1.	3,50	4,15	4,58	3,30	4,18	3,50	5,20	5,40
2.	4,30	4,90	3,82	4,28	3,70	3,42	4,80	4,45
3.	4,00	3,40	4,28	3,55	3,60	3,92	4,80	4,00
4.	4,00	4,32	3,90	4,30	3,60	4,00	4,20	4,70
5.	3,20	3,94	4,75	3,95	3,75	3,60	3,75	3,78
6.	3,90	4,25	3,70	3,50	3,40	3,80	4,35	4,82
7.	4,20	3,65	4,28	3,50	4,10	3,90	4,32	4,06
8.	3,80	4,10	3,85	4,15	3,60	4,30	4,80	4,40
9.	3,10	3,78	4,42	3,50	3,75	3,50	3,92	4,01
10.	4,10	4,30	4,00	3,80	3,90	3,90	4,20	4,52
Mittelzahlen	3,81	4,08	4,16	3,78	3,76	3,78	4,43	4,41
φ	1° 42' 18"	1° 49' 32"	1° 51' 41"	1° 41' 29"	1° 40' 57"	1° 41' 29"	1° 58' 55"	1° 58' 24"

23. Aug. 1881; b = 4 m; $\alpha = 30^0$; Beobachter: Metz.

No. der Beobachtung	8 Uhr Vorm.		9 Uhr		10½ Uhr		11½ Uhr (vor Tisch)		12½ Uhr (nach Tisch)		Nachm. 3 Uhr		5½ Uhr		7 Uhr	
	$\beta=0^0$	$\beta=90^0$	$\beta=0^0$	$\beta=90^0$	$\beta=0^0$	$\beta=90^0$	$\beta=0^0$	$\beta=90^0$	$\beta=0^0$	$\beta=90^0$	$\beta=0^0$	$\beta=90^0$	$\beta=0^0$	$\beta=90^0$	$\beta=0^0$	$\beta=90^0$
1.	2,3	4,4	2,6	4,5	2,5	5,2	2,3	4,9	2,1	4,9	2,7	4,9	2,7	4,7	2,5	4,3
2.	2,3	4,4	2,9	4,4	2,3	4,7	2,5	5,3	2,4	4,6	2,3	4,8	2,4	4,9	2,4	4,3
3.	2,2	4,6	2,4	4,7	2,4	4,9	2,7	4,2	2,1	4,4	2,1	4,2	2,5	4,3	2,5	4,2
4.	2,7	4,7	2,4	4,1	2,6	4,7	2,4	5,2	2,4	4,7	2,9	5,0	2,6	4,8	2,5	4,8
5.	2,4	4,3	2,2	4,1	2,4	4,4	2,7	4,4	2,1	4,7	2,3	4,7	2,1	4,1	2,9	4,8
6.	2,3	4,5	2,6	4,5	2,6	4,9	2,8	4,9	1,9	4,5	2,6	4,5	2,7	4,9	2,5	4,4
7.	2,3	4,2	2,4	4,4	2,8	4,7	2,6	4,3	2,0	4,5	2,4	4,9	2,5	4,3	2,5	4,8
8.	2,2	4,5	2,5	4,4	2,6	5,1	2,4	5,2	2,0	4,6	2,2	4,6	2,4	4,9	2,4	4,6
9.	2,3	4,4	2,3	4,5	2,7	4,6	2,4	4,9	2,2	4,2	2,2	4,3	2,8	5,0	2,9	5,3
10.	2,5	4,4	2,2	4,2	2,5	4,6	2,7	4,8	2,3	4,8	2,4	4,3	2,4	4,2	2,7	4,9
Mittelzahlen	2,35	4,44	2,45	4,38	2,54	4,78	2,55	4,81	2,15	4,59	2,41	4,62	2,51	4,61	2,58	4,64
φ	1° 3' 6"	1° 59' 12"	1° 5' 47"	1° 57' 35"	1° 8' 13"	2° 8' 19"	1° 8' 29"	2° 9' 8"	0° 57' 44"	2° 3' 14"	1° 4' 43"	2° 4' 2"	1° 7' 24"	2° 3' 45"	1° 9' 17"	2° 4' 34"

An demselben Tage habe ich auch mit einem anderen Beobachter (L. B.) Versuche angestellt. Es ergab sich unter denselben Bedingungen wie oben:

23. Aug. 1881; e = 4 m; $\alpha = 30^0$; Beobachter: L. B.

No. der Beobachtung	9 Uhr Vorm.		10½ Uhr		11½ Uhr (vor Tisch)		12½ Uhr (nach Tisch)	
	$\beta = 0^0$	$\beta = 90^0$	$\beta = 0^0$	$\beta = 90^0$	$\beta = 0^0$	$\beta = 90^0$	$\beta = 0^0$	$\beta = 90^0$
1.	2,2	2,3	2,7	2,5	3,0	2,7	3,0	2,4
2.	2,0	2,5	2,7	2,5	2,6	2,9	2,7	2,8
3.	2,5	2,4	2,5	2,8	2,7	2,9	2,3	2,4
4.	2,2	2,4	2,4	2,5	2,3	2,3	2,7	2,4
5.	2,2	2,2	2,5	2,5	2,7	2,3	2,1	2,2
6.	2,0	2,3	2,4	2,8	2,5	2,3	2,1	2,2
7.	2,1	2,1	2,2	2,2	2,8	2,6	2,2	2,5
8.	2,3	2,8	3,0	2,4	2,3	2,7	2,4	2,5
9.	2,3	2,5	2,6	2,4	3,0	2,7	2,4	2,1
10.	2,2	2,6	2,6	2,2	2,7	2,4	2,5	2,6
Mittelzahlen	2,20	2,41	2,56	2,48	2,66	2,58	2,44	2,41
ϑ	0° 59' 5"	1° 4' 43"	1° 8' 45"	1° 6' 36"	1° 11' 26"	1° 9'17"	1° 5' 31"	1° 4' 43"

Freilich verläuft diese Tageskurve — insofern man sich die erhaltenen Mittelwerte als Ordinaten und die resp. Zeiten als Abscissen einer Kurve graphisch aufgetragen denkt — nicht immer in der Regelmässigkeit wie in den obigen Beispielen. Wenn auch der Charakter der Kurve im allgemeinen meistens derselbe bleibt, so zeigen sich häufig auch mancherlei Schwankungen, wie sich aus folgenden Beobachtungsreihen ergiebt:

24. Juli 1881; e = 4 m; $\alpha = 30^0$; $\beta = 0^0$; Beobachter: Metz.

No. der Beobachtung	8 Uhr Vorm.	10 Uhr	12 Uhr (vor Tisch)	1 Uhr (nach Tisch)	2 Uhr	4 Uhr	6 Uhr
1.	3,0	3,0	2,0	2,6	2,8	2,4	2,3
2.	3,6	2,2	2,8	2,5	2,5	2,8	2,6
3.	2,2	2,3	2,6	2,2	2,4	2,2	2,7
4.	2,8	3,0	3,1	2,2	2,3	2,3	2,7
5.	3,5	3,2	3,1	2,2	2,4	2,6	3,1
6.	2,5	2,3	2,8	2,8	2,6	2,1	3,3
7.	2,8	2,8	3,0	2,5	2,3	2,5	3,3
8.	2,5	2,7	2,3	2,3	2,7	2,6	2,9
9.	2,4	2,6	2,9	2,5	2,7	2,4	2,5
10.	2,6	2,7	3,2	2,8	2,5	2,2	2,6
Mittelzahlen	2,79	2,68	2,78	2,46	2,52	2,41	2,80
ϑ	1° 14' 55"	1° 11' 58"	1° 14' 39"	1° 6' 4"	1° 7' 40"	1° 4' 43"	1° 15' 11"

Das plötzliche Fallen der Tageskurve nach einer Mahlzeit, besonders nach dem Mittagessen, habe ich ausser den angeführten Beispielen übrigens öfters bemerkt. Nur einmal habe ich das Gegenteil beobachtet; es war dies am 7. Aug. 1881.

7. Aug. 1881; e = 4 m; $\alpha = 30^0$; $\beta = 0^0$; Beobachter: Metz.

No. der Beobachtung.	8½ Uhr Vorm.	10½ Uhr	12 Uhr (vor Tisch)	1 Uhr (nach Tisch)
1.	2,8	2,4	2,6	3,1
2.	2,1	2,9	2,5	3,1
3.	2,5	3,4	2,3	2,8
4.	2,0	3,4	2,3	2,7
5.	3,1	3,4	2,5	2,8
6.	2,8	2,7	2,6	3,1
7.	2,9	2,3	2,9	3,1
8.	2,8	2,5	3,1	3,0
9.	2,7	2,4	3,1	2,8
10.	3,2	2,5	3,0	2,9
Mittelzahlen	2,69	2.79	2,69	2,94
δ	$1^0\ 12'\ 14''$	$1^0\ 14'\ 55''$	$1^0\ 12'\ 14''$	$1^0\ 18'\ 57''$

Ich glaube aus den angeführten Beobachtungen folgern zu dürfen, dass die Grösse der pseudoskopischen Ablenkung bei ein und demselben Beobachter veränderlich ist, auch wenn die physikalischen Bedingungen dieselben bleiben, und dass diese Veränderung höchst wahrscheinlich mit einem Wechsel in den psychischen Zuständen des Beobachters zusammenhängt. Wenn nun nach Zöllners Ansicht die Täuschung überhaupt psychischen Ursprungs ist, so darf wohl auch, da unsere psychischen Zustände im allgemeinen sehr veränderlich sind, eine Konstanz der pseudoskopischen Ablenkung nicht erwartet werden, und es dürften deshalb obige Beobachtungen als eine Stütze für die Richtigkeit jener Theorie zu betrachten sein.

Es war nach diesen Beobachtungen nun auch Grund zu der Vermutung vorhanden, dass vielleicht auch das Wetter die psychischen Zustände des Beobachters so beeinflusse, um eine Änderung in der Stärke der Täuschung eintreten zu lassen. Ich selbst habe nun einen solchen Einfluss des Wetters niemals an mir beobachten können, muss allerdings auch einräumen, dass ich mich höchst selten durch das Wetter psychisch beeinträchtigt fühle. Dagegen habe ich mit einem anderen Beobachter, der in seiner Gemütsstimmung von dem Wetter abhängig zu sein behauptete, an 9 verschiedenen Tagen Beobachtungen angestellt und in der That einen Unterschied bemerkt.

$e = 4$ m; $\alpha = 30^0$; $\beta = 0^0$; Beobachter: K. B.

No. 1.	3,5	3,7	3,1	3,0	2,8	2,3	2,6	3,2	2,3
„ 2.	3,1	3,7	3,0	2,6	2,6	2,8	3,1	3,2	2,2
„ 3.	3,6	3,2	3,2	3,3	2,6	2,6	3,2	3,1	2,1
„ 4.	3,6	3,5	3,5	3,3	2,7	3,1	3,0	2,9	2,4
„ 5.	3,4	3,0	2,8	2,9	2,9	2,7	2,8	2,6	2,3
„ 6.	2,9	3,2	3,4	2,8	3,1	3,2	2,6	2,8	2,2
„ 7.	3,0	3,4	3,6	3,4	3,2	2,8	2,3	3,0	2,8
„ 8.	3,4	2,9	3,4	3,5	2,8	2,9	3,0	3,1	2,9
„ 9.	3,2	3,3	3,4	3,5	2,5	3,0	2,8	2,4	2,4
„ 10.	2,9	3,1	3,1	3,6	2,4	2,4	2,9	2,8	2,4
Mittelzahlen	3,26	3,30	3,25	3,19	2,76	2,78	2,83	2,91	2,40
ϑ	1° 27' 33"	1° 28' 37"	1° 27' 16"	1° 25' 39"	1° 14' 7"	1° 14' 39"	1° 15' 59"	1° 18' 8"	1° 4' 27"

Diese Beobachtungen sind so ziemlich zu gleicher Tageszeit (11 Uhr Vorm.) angestellt worden; die ersten vier bei sehr schönem, die letzten fünf dagegeu bei trübem und regnerischem Wetter. Wie man sieht, war bei schönem Wetter die Täuschung beträchtlich stärker als bei Regenwetter.

2. Die Abhängigkeit der Täuschung von der Grösse des Bildes auf der Netzhaut unseres Auges.

Bei meinen oben angeführten Beobachtungen hatte ich zufällig bemerkt, dass die Stärke der Täuschung bei verschiedener Entfernung des Auges vom Apparate veränderlich ist und nahm deshalb Veranlassung, hierüber genauere Messungen anzustellen. Dieselben haben folgendes ergeben:

$\alpha = 30^0$; $\beta = 0^0$; Beobachter: Metz.

No. der Beobachtung	e=1 m	e=2 m	e=3 m	e=4 m	e=5 m	e=6 m	e=7 m	e=8 m	e=9 m	e=10 m	e=11 m
1.	2,55	3,02	3,10	3,75	4,10	4,40	5,72	5,90	5,80	6,70	6,32
2.	3,00	3,01	3,32	3,85	4,00	4,30	4,78	5,19	5,00	6,70	4,12
3.	2,70	2,70	3,20	3,56	3,42	3,88	4,32	4,70	5,22	6,40	5,42
4.	2,35	2,90	3,28	3,10	3,90	4,72	4,70	5,40	5,50	6,25	4,41
5.	2,25	2,20	3,28	3,75	3,60	4,40	5,12	4,10	5,30	6,80	4,80
6.	2,75	3,20	3,40	3,70	4,10	3,90	5,22	5,10	5,90	6,19	5,52
7.	2,26	2,70	3,01	3,20	3,82	3,70	4,60	5,03	5,90	5,43	4,75
8.	2,70	2,98	3,50	3,30	3,90	3,98	4,72	4,70	5,80	6,30	5,52
9.	2,50	2,60	3,58	3,75	3,88	4,40	4,30	4,90	5,10	5,90	5,02
10.	2,80	2,45	3,50	3,70	3,35	3,98	5,02	4,88	5,28	6,28	5,48
Mittelzahlen	2,59	2,78	3,32	3,57	3,81	4,17	4,85	4,99	5,48	6,29	5,14
φ	1° 9' 33"	1° 14' 39"	1° 20' 9"	1° 35' 51"	1° 42' 18"	1° 51' 57"	2° 10' 12"	2° 13' 57"	2° 27' 5"	2° 48' 48"	2° 17' 58"

No. der Beobachtung	e=12 m	e=13 m	e=14 m	e=15 m	e=16 m	e=17 m	e=18 m	e=19 m	e=20 m	e=21 m	
1.	4,90	4,30	3,30	3,40	3,01	2,95	2,70	1,62	0,90	0,18	
2.	4,01	4,39	3,90	3,92	3,90	2,03	2,00	1,60	0,62	0,00	
3.	3,60	4,09	3,59	3,70	4,71	2,50	1,78	1,30	0,42	0,80	
4.	4,68	4,58	3,45	3,90	3,91	2,80	2,92	1,48	0,42	0,10	
5.	4,90	4,58	3,26	3,68	3,30	2,28	1,98	1,90	0,28	0,60	
6,	3,90	4,42	3,60	3,70	3,31	2,60	2,35	1,00	0,60	0,42	
7.	4,00	4,52	3,28	3,20	3,00	2,93	1,70	1,60	0,10	0,62	
8.	3,98	4,08	4,00	3,01	3,10	2,30	2,00	1,45	0,30	0,00	
9.	4,78	4,32	3,80	2,80	3,10	2,12	2,10	1,62	0,92	0,30	
10.	4,80	3,82	3,10	3,72	3,09	2,98	2,28	1,30	0,40	0,02	
Mittelzahlen	4,35	4,31	3,53	3,50	3,44	2,55	2,18	1,49	0,49	0,30	
φ	1° 56' 47"	1° 55' 43"	1° 34' 47"	1° 33' 59"	1° 32' 22"	1° 08' 29"	0° 58' 33"	0° 40' 11"	0° 13' 39"	0° 08' 33"	

$\alpha = 30^0$; $\beta = 90^0$; Beobachter: Metz.

No. der Beobachtung	e=1 m	e=2 m	e=3 m	e=4 m	e=5 m	e=6 m	e=7 m	e=8 m	e=9 m	e=10 m	e=11 m
1.	4,00	4,42	4,60	4,65	4,00	4,60	4,25	4,70	4,30	4,12	4,12
2.	4,20	3,00	4,60	4,59	4,68	4,80	4,40	4,12	4,58	4,22	4,00
3.	4,30	4,15	4,60	4,80	4,95	4,25	4,19	4,82	4,20	4,30	4,30
4.	4,15	4,65	4,62	4,72	4,48	4,52	4,79	4,65	4,28	4,05	4,32
5.	4,00	4,80	4,48	5,10	4,60	4,95	4,49	4,72	4,52	4,62	4,00
6.	4,25	4,55	4,72	4,52	4,68	4,28	4,68	4,80	4,20	4,75	4,00
7.	4,15	4,55	4,52	4,65	4,40	4,67	4,32	4,03	4,82	4,82	4,00
8.	4,00	4,55	4,70	4,20	4,48	4,40	4,20	4,92	4,29	4,28	4,00
9.	4,35	4,50	4,50	4,80	4,30	4,52	4,65	4,95	4,70	4,82	4,00
10.	4,15	4,81	4,68	4,20	4,20	4,70	4,70	4,30	4,19	4,62	4,00
Mittelzahlen	4,15	4,40	4,60	4,62	4,48	4,57	4,47	4,60	4,41	4,46	4,07
φ	1° 51' 25"	1° 58' 8"	2° 3' 30"	2° 4' 2"	2° 0' 16"	2° 2' 41"	2° 0' 0"	2° 3' 30"	1° 58' 24"	1° 59' 44"	1° 49' 16"

No. der Beobachtung	e=12m	e=13 m	e=14 m	e=15 m	e=16 m	e=17 m	e=18 m	e=19 m	e=20 m	e=21 m	
1.	4,92	4,63	4,22	3,80	3,90	3,20	2,80	2,20	0,30	0,10	
2.	4,92	4,72	3,80	3,48	3,85	3,10	2,60	1,20	0,72	0,58	
3.	5,20	4,22	4,52	3,10	3,30	2,48	2,70	1,50	0,42	0,72	
4.	5,15	4,40	4,40	3,95	3,40	3,05	2,40	1,62	0,20	0,00	
5.	4,80	4,10	4,40	3,12	3,90	3,20	3,00	1,45	0,80	0,61	
6.	4,20	4,10	4,50	3,29	3,20	3,15	2,30	1,50	0,20	0,50	
7.	4,49	4,30	4,65	3,62	3,55	2,64	2,10	1,61	0,85	0,00	
8.	4,68	4,60	3,90	3,80	3,30	2,80	2,10	1,28	0,12	0,00	
9.	4,40	4,60	4,25	3,50	3,00	3,00	2,22	1,20	0,25	0,76	
10.	4,29	4,30	4,10	3,15	3,62	2,78	2,12	1,10	0,18	0,20	
Mittelzahlen	4,70	4,40	4,27	3,48	3,50	2,94	2,43	1,47	0,40	0,35	
φ	2° 6' 10"	1° 58' 8"	1° 54' 39"	1° 33' 26"	1° 33' 59"	1° 18' 57"	1° 5' 16"	0° 39' 29"	0° 10' 44"	0° 9' 24"	

Wie man sieht, wird bei horizontaler Lage der Längsstreifen mit wachsender Entfernung die Täuschung allmählich stärker bis zu e = 10 Meter. Es ist dies der Punkt, bei welchem die Entfernung möglichst gross ist und doch die ganze Figur noch vollkommen scharf gesehen wird. Von da ab wird die Täuschung mit zunehmender Entfernung immer schwächer, weil die Querstreifen nicht mehr deutlich wahrgenommen werden und verschwindet schliesslich ganz bei e = 22 Meter. Bei senkrechter Stellung der Längsstreifen bleibt die Täuschung mit zunehmender Entfernung ziemlich konstant, nimmt dann aber wegen des allmählich überwiegenden Einflusses der Längsstreifen ab und verschwindet schliesslich wie oben.

Diese Steigerung der optischen Täuschung bei horizontaler Stellung der Längsstreifen und allmählich kleiner werdendem Netzhautbildchen kann ich auch leicht wahrnehmen, wenn ich die

Figur mit einem Operngucker betrachte und durch Hinein- oder Herausschrauben der Okularlinse die Grösse des Netzhautbildchens verändere. Hält man das Opernglas verkehrt vor die Augen, so verkleinert sich das Bild bekanntlich sehr stark, und dann kann ich den Unterschied in der Stärke der Täuschung, wenn ich nachher wieder die Figur mit blossem Auge betrachte, ohne jegliche Messung direkt in sehr auffälligem Masse wahrnehmen.

Obwohl ich diese Zunahme der Täuschung bei verkleinertem Netzhautbildchen an vielen Personen beobachtet habe, so darf doch dieses Resultat keineswegs auf alle Personen ausgedehnt werden, denn bei fast ebenso vielen Beobachtern konnte dieses Zunehmen der pseudoskopischen Ablenkung mit wachsender Entfernung des Auges vom Apparate und horizontaler Stellung der Längsstreifen entweder in viel geringerem Masse oder auch gar nicht konstatiert werden. Ich vermute daher, dass dieses Ergebnis meiner Beobachtungen physikalischen Einflüssen, wahrscheinlich dem Astygmatismus oder anderen optischen Fehlern unserer Augen zugeschrieben werden muss.

3. Die Abhängigkeit der pseudoskopischen Ablenkung paralleler Linien von dem Neigungswinkel der sie durchschneidenden Querlinien.

Hierüber hat Zöllner bereits Beobachtungen angestellt und seine Resultate in einer Abhandlung (Poggd. Ann. Bd. CXIV p. 587—591) veröffentlicht. Er fand, in Intervallen von 10° fortschreitend, bei vertikaler Stellung der Längsstreifen:

$\alpha =$	20°	30°	40°	50°	60°
$\varphi =$	2° 40′	3° 50′	2° 34′	1° 30′	0° 46′

unn leitete daraus ab, dass die pseudoskopische Ablenkung für einen bestimmten Neigungswinkel der Querstreifen ein Maximum erreicht. Ich habe mit meinem Apparate versucht diesen Winkel, bei welchem (wenigstens für meine Augen) das Maximum der Ablenkung eintritt, noch etwas genauer zu bestimmen und folgendes beobachtet:

e = 4 m; a = 30 mm; Beobachter: Metz.

$\alpha =$	20°		25°		28°		30°		32°		35°		40°	
No. der Beobachtung	$\beta=0°$	$\beta=90°$	$\beta=0°$	$\beta=90°$	$\beta=0°$	$\beta=90°$	$\beta=0°$	$\beta=90°$	$\beta=0°$	$\beta=90°$	$\beta=0°$	$\beta=90°$	$\beta=0°$	$\beta=90°$
1.	0,82	0,86	1,59	3,90	2,40	4,35	2,59	4,00	2,38	4,45	2,00	3,82	1,49	3,89
2.	0,40	1,00	1,90	4,21	2,56	4,30	2,41	4,25	2,50	3,90	1,90	4,34	1,19	3,92
3.	0,80	0,85	1,31	3,71	2,08	3,90	2,39	4,25	2,10	3,59	2,10	3,84	1,39	3,70
4.	0,72	1,03	1,58	3,15	2,62	4,22	2,40	4,20	2,00	4,25	1,70	3,94	1,22	3,65
5.	0,64	1,00	2,99	3,49	1,81	3,70	2,43	4,10	1,92	4,38	2,25	3,68	1,71	3,70
6.	0,80	0,98	2,79	3,55	2,30	3,88	2,29	4,26	2,29	3,70	1,69	4,00	1,49	3,82
7.	0,65	1,02	1,75	4,00	2,58	4,50	2,30	4,14	2,58	4,40	2,12	3,82	1,50	3,90
8.	0,92	0,67	1,90	3,60	2,90	4,23	2,19	4,00	2,18	3,89	1,85	4,05	2,00	3,40
9.	0,81	0,52	1,51	3,59	2,00	4,00	2,60	4,32	2,22	3,81	2,12	3,77	1,61	3,89
10.	0,78	0,90	1,60	3,54	2,22	3,86	2,40	4,16	2,28	4,30	2,20	4,00	1,60	3,69
Mittelzahlen	0,73	0,88	1,89	3,67	2,35	4,09	2,40	4,17	2,24	4,06	1,99	3,93	1,52	3,76

Wenn man zu diesen aus je 10 Beobachtungen erhaltenen Mittelwerten die entsprechenden Ablenkungswinkel φ berechnet, erhält man:

$\alpha =$		20^0	25^0	28^0	30^0	32^0	35^0	40^0
φ	wenn $\beta = 0^0$	$0^0\,19'\,37''$	$0^0\,50'\,45''$	$1^0\,3'\,6''$	$1^0\,4'\,27''$	$1^0\,0'\,9''$	$0^0\,53'\,26''$	$0^0\,40'\,49''$
	wenn $\beta = 90^0$	$0^0\,23'\,38''$	$1^0\,38'\,32''$	$1^0\,49'\,49''$	$1^0\,51'\,57''$	$1^0\,49'\,16''$	$1^0\,45'\,31''$	$1^0\,40'\,57''$

woraus folgt, dass für meine Augen bei $\alpha = 30^0$ ein Maximum der pseudoskopischen Ablenkung eintritt.

4. Die pseudoskopische Ablenkung bei veränderlichem Neigungswinkel β.

Schon durch einfaches Drehen der auf Taf. I gezeichneten Figuren in der Ebene des Papiers bemerkt man eine Zu- resp. Abnahme der Täuschung; ein Minimum tritt ziemlich deutlich immer dann ein, wenn die Längsstreifen mit der Verbindungslinie unserer beiden Augen parallel sind oder zu ihr senkrecht stehen. Mit meinem Apparate habe ich auch hierüber Messungen angestellt. Ich erhielt aus den Mittelzahlen folgender Beobachtungen:

$e = 1$ m; $\alpha = 30^0$; Beobachter: Metz.

β	0^0	10^0	20^0	30^0	40^0	50^0	60^0	70^0	80^0	90^0
No. 1.	2,79	4,20	5,80	6,80	8,20	9,35	8,20	7,00	6,10	4,30
„ 2.	2,17	4,40	4,90	6,10	9,20	8,52	7,90	7,10	6,30	5,20
„ 3.	2,30	4,70	5,40	7,00	8,80	9,60	8,30	6,80	5,20	4,15
„ 4.	2,21	5,40	5,10	6,90	8,70	8,15	8,45	7,15	5,50	4,63
„ 5.	2,21	4,40	5,80	6,20	8,40	9,50	8,55	6,85	5,50	4,75
„ 6.	2,22	3,90	5,40	6,10	8,50	9,60	8,30	6,50	5,78	4,82
„ 7.	2,21	4,25	5,20	6,90	8,40	9,10	7,70	6,40	5,48	4,70
„ 8.	2,15	4,10	5,30	7,00	8,50	9,30	8,40	7,14	5,40	4,23
„ 9.	2,11	4,10	5,90	6,70	8,90	8,65	7,60	6,20	4,62	4,32
„ 10.	2,11	4,30	5,30	6,90	8,40	8,90	7,60	6,85	5,60	4,48
Mittelzahlen	2,25	4,37	5,41	6,66	8,60	9,07	8,10	6,80	5,55	4,56

$e = 4$ m; $\alpha = 30^0$; Beobachter: Metz.

β	0^0	10^0	20^0	30^0	40^0	50^0	60^0	70^0	80^0	90^0
No. 1.	4,00	3,55	5,20	5,50	7,30	7,50	7,75	6,18	5,36	5,25
„ 2.	3,20	4,15	4,81	6,09	6,14	6,90	6,00	6,65	5,74	5,18
„ 3.	3,70	3,30	5,05	5,20	6,78	7,30	7,20	7,10	5,25	5,38
„ 4.	2,88	3,95	4,60	6,02	6,38	6,80	6,70	6,65	4,90	4,95
„ 5.	3,70	4,76	4,80	5,37	6,80	6,18	6,60	6,80	5,50	5,05
„ 6.	2,90	4,20	4,85	5,65	6,95	6,00	6,20	6,20	5,90	5,80
„ 7.	3,00	3,70	4,87	5,68	6,20	7,80	7,00	6,70	5,64	5,38
„ 8.	3,15	3,87	5,05	5,23	6,70	7,10	6,30	6,42	5,40	5,25
„ 9.	2,90	3,98	4,70	5,40	6,60	6,95	6,55	6,28	5,30	5,15
„ 10.	2,92	3,97	5,10	5,95	6,28	7,00	6,25	6,30	5,82	5,58
Mittelzahlen	3,23	3,94	4,90	5,61	6,61	6,95	6,65	6,53	5,48	5,30

für den Ablenkungswinkel φ die Werte:

β		0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
φ	wenn e=1 m	1°0'25"	1°57'19"	2°25'13"	2°58'42"	3°50'37"	4°3'12"	3°37'16"	3°2'11"	2°28'58"	2° 2' 25"
	wenn e=4 m	1'26'44"	1°45'47"	2°11'33"	2°30'34"	2°57'22"	3°6'28"	2°58'27"	2°55'14"	2°27'5"	2°22'15"

aus welchen sich ein Maximum der pseudoskopischen Ablenkung bei β = ca. 50°, d. i. 40° Neigung gegen den Horizont, ergiebt.

Das Eintreten von einem Minimum der Ablenkung bei senkrechter oder horizontaler Stellung der Längsstreifen hat Zöllner folgendermassen erklärt: „Ebenso, wie wir gewohnt sind, alle Bewegung und Ruhe auf unseren eigenen Standpunkt zu beziehen, so findet etwas ganz ähnliches in Bezug auf die Lagenverhältnisse von Linien statt. Durch die symmetrische Anordnung der Augen zu beiden Seiten einer durch die Längsachse des Körpers bezeichneten Richtung, sind vorzugsweise zwei Lagen, die horizontale und vertikale in uns deutlich indicirt, und es wird daher unsere Reflexionsthätigkeit die Lage von anderen Linien vornämlich auf diese beiden Richtungen beziehen. Betrachten wir daher zwei Linien, welche parallel mit der normalen Richtung der Längsachse unseres Körpers, d. h. vertikal sind, so wird hierdurch die Vorstellung vom Parallelismus derselben untereinander wesentlich gefördert, so dass es gar nicht einmal nothwendig ist, beide Linien zugleich im Gesichtsfelde unseres Auges zu haben. Wir schliessen dann indirect von dem Parallelismus jeder einzelnen Linie mit unserem Körper (oder eigentlich mit der zur Verbindungslinie der beiden Augen Normalen) auf ihren Parallelismus unter einander, während bei jeder anderen Lage der beiden Linien diese Beziehung offenbar eine bei weitem schwierigere ist. Dasselbe gilt auch von der horizontalen Lage, die mit der normalen Richtung der Verbindungslinie der beiden Augen zusammenfällt.

Die Vorstellung vom Parallelismus der Hauptstreifen, welche in jeder anderen Lage nur durch successive Vergleichung ihres Abstandes erlangt werden kann, wird in den bezeichneten Lagen auch noch durch Vergleichungen mit der Lage unseres Kopfes verstärkt, so dass der Fehlschluss, zu dem wir uns durch die Gegenwart der schrägen Querstreifen verleiten liessen, wieder etwas corrigirt wird und dadurch die Hauptstreifen gleichsam an ihrer pseudoskopischen Beweglichkeit verlieren.

Hieraus wird es begreiflich, weshalb in den bezeichneten beiden Lagen die pseudoskopische Ablenkung ihr Minimum erreichen muss."

5. Einfluss der Entfernung der Längsstreifen von einander auf die Grösse der pseudoskopischen Ablenkung.

Ich habe, soweit dies die Dimensionen meines Apparates erlaubten, den oberen und unteren Längsstreifen (mit Querstreifen) in verschiedene Entfernungen vom beweglichen Mittelstreifen gestellt (wobei die drei Streifen unter sich jedoch gleichen Abstand hatten) und gefunden, dass dieser Abstand, den wir bisher mit a bezeichnet haben, einen Einfluss auf die Grösse der pseudoskopischen Ablenkung ausübt. Wird nämlich dieser Abstand kleiner, so wird auch die Täuschung geringer, wie folgende Beobachtungen zeigen:

25. Jan. 1882; e = 4 m; $\alpha = 30^0$; Beobachter: Metz.

	a = 47 mm		a = 40 mm		a = 35 mm		a = 30 mm		a = 25 mm	
No. der Beobachtung	$\beta = 0^0$	$\beta = 90^0$	$\beta = 0^0$	$\beta = 90^0$	$\beta = 0^0$	$\beta = 90^0$	$\beta = 0^0$	$\beta = 90^0$	$\beta = 0^0$	$\beta = 90^0$
1.	4,08	4,77	3,44	4,62	3,07	4,40	2,82	3,46	1,50	2,80
2.	4,00	4,83	3,49	4,81	3,00	4,38	2,45	3,23	1,23	2,99
3.	3,82	4,69	3,12	4,52	3,25	4,48	2,68	3,38	1,34	3,00
4.	4,16	4,83	3,66	4,00	3,10	5,00	2,50	3,40	1,86	2,65
5.	3,90	5,08	3,34	4,90	2,85	4,22	3,00	3,26	1,27	2,45
6.	4,16	4,90	3,50	5,00	3,09	4,43	2,82	3,46	2,00	3,10
7.	4,02	5,33	3,38	4,62	3,15	4,28	2,22	3,35	2,15	2,86
8.	3,74	5,00	3,60	4,65	3,30	4,36	3,10	3,30	1,82	2,82
9.	3,92	4,90	3,89	4,62	3,08	4,40	2,87	3,40	1,44	2,80
10.	4,20	4,98	3,20	4,68	3,14	4,42	2,55	3,87	1,13	2,81
Mittelzahlen	4,00	4,93	3,46	4,64	3,10	4,44	2,70	3,41	1,57	2,83
φ	$1^0\,47'\,24''$	$2^0\,12'\,21''$	$1^0\,32'\,54''$	$2^0\,4'\,34''$	$1^0\,23'\,15''$	$1^0\,59'\,12''$	$1^0\,12'\,30''$	$1^0\,31'\,34''$	$0^0\,42'\,10''$	$1^0\,16'\,0''$

26. Jan. 1882; e = 4 m; $\alpha = 30^0$; $\beta = 90^0$; Beobachter: M. M.

No. der Beobachtung	a = 47 mm	a = 40 mm	a = 35 mm	a = 30 mm	a = 25 mm
1.	3,90	3,00	2,82	2,31	1,75
2.	3,96	3,41	2,80	2,22	1,20
3	4,42	3,21	2,99	2,10	1,08
4.	3,34	3,86	2,14	3,00	1,43
5.	3,86	3,08	2,46	2,41	1,28
6.	4,00	2,84	3,00	2,36	0,90
7.	3,92	3,00	2,86	2,25	1,48
8.	3,88	3,10	2,79	2,68	1,66
9.	4,01	3,02	2,92	2,70	1,75
10.	3,80	2,95	2,55	2,00	1,39
Mittelzahlen	3,91	3,15	2,73	2,40	1,39
φ	$1^0\,44'\,59''$	$1^0\,24'\,35''$	$1^0\,13'\,19''$	$1^0\,4'\,27''$	$0^0\,37'\,20''$

Ich glaube, dass diese Verminderung der Täuschung bei kleiner werdendem Abstande a auf ähnliche Weise wie die Abnahme der Täuschung bei senkrechter oder horizontaler Stellung der Längsstreifen in vorigem Abschnitt erklärt werden kann. Unser Urteil über den Parallelismus von geraden Linien wird nämlich um so sicherer, je näher diese Linien bei einander liegen. Es wird also der Fehlschluss, den wir bei Betrachtung der Figur (durch das Vorhandensein der kleinen Querstreifen) begehen, etwas korrigiert werden, wenn die Längsstreifen näher zusammenrücken, d. h. die Täuschung wird in diesem Falle schwächer werden.

6. Die Abhängigkeit der Täuschung von der Farbe der Beleuchtung.

Mit Hülfe von homogenen rot gefärbten Gläsern, durch welche die Figur von dem Beobachter betrachtet wurde, hat Zöllner eine Verminderung der pseudoskopischen Ablenkung sowohl bei sich selbst als auch bei anderen Personen wahrgenommeu und glaubt, die Ursache von diesem Einfluss des homogenen roten Lichtes in den percipierenden Endorganen unseres Sehnerven suchen zu müssen, indem er annimmt, dass die rot empfindenden Fasern der Netzhaut gleichsam träger als die anderen bei Veränderungen der Reizbarkeit den unbewussten Verstandesoperationen gegenüber sich verhalten.

Ich habe mit meinem Apparte mittels homogen gefärbter Gläser Messungen angestellt und ebenfalls stets eine Verminderung der Täuschung im homogenen roten Lichte bemerkt. Nur habe ich diese Verminderung nicht bloss bei roten Gläsern wahrgenommen, sondern auch bei homogenen grünen und dunklen Rauchgläsern. Hierüber erlaube ich mir folgende Beobachtungen mitzuteilen, die ich bei monokularer Betrachtung an mir selbst gemacht habe:

20. Aug. 1881; e = 4 m; $\alpha = 30^0$; $\beta = 0^0$

No. der Beobachtung	unbedeckt	rot	grün
1.	3,1	2,8	3,0
2.	3,3	2,9	2,8
3.	3,3	2,2	2,9
4.	3,5	2,8	2,8
5.	3,4	2,2	2,6
6.	3,9	2,8	2,6
7.	3,0	2,4	2,9
8.	3,3	2,8	3,1
9.	3,1	2,5	3,0
10.	3,2	2,7	2,6
Mittelzahlen	3,31	2,61	2,83
φ	1° 28' 53"	1° 10' 5"	1° 16' 0"

20 Aug. 1881; e = 4 m; $\alpha = 30^0$; $\beta = 90^0$

No. der Beobachtung	unbedeckt	rot	grün
1.	4,1	4,5	4,2
2.	4,4	4,3	4,3
3.	4,3	4,3	4,5
4.	4,6	3,7	3,6
5.	4,2	4,4	4,5
6.	4,2	4,3	4,6
7.	4,2	4,4	4,1
8.	4,7	3,9	3,9
9.	3,8	4,3	4,5
10.	4,5	3,8	3,7
Mittelzahlen	4,30	4,19	4,19
φ	1° 55' 27"	1° 52' 30"	1° 52' 30"

22. Aug. 1881; e = 4 m; $\alpha = 30^0$; $\beta = 0^0$.

No. der Beobachtung	unbedeckt	rot	grün	Rauchglas
1.	3,3	2,9	2,8	3,4
2.	3,7	2,7	2,9	2,8
3.	3,3	2,8	2,7	2,6
4.	3,4	2,9	2,5	3,1
5.	3,1	2,5	3,0	3,2
6,	3,8	2,6	2,6	2,8
7.	2,9	2,2	2,4	3,3
8.	3,1	2,8	3,0	2,6
9.	3,1	2,9	2,1	2,7
10.	3,0	2,3	2,4	2,4
Mittelzahlen	3,27	2,66	2,64	2,89
φ	1° 27' 48"	1° 11' 26"	1° 10' 53"	1° 17' 36"

Mit einem anderen Beobachter [L. B.] stellte ich ebenfalls Versuche an. Derselbe erhielt, mit dem rechten Auge beobachtend, folgende Resultate:

24. Aug. 1881; e = 4 m; $\alpha = 30^0$; $\beta = 0^0$; Beobachter: L. B.

No. der Beobachtung	unbedeckt	rot	Rauchglas
1.	2,1	2,0	2,3
2.	2,3	2,3	2,3
3.	2,5	2,6	1,7
4.	2,2	2,1	2,6
5.	2,1	1,5	2,2
6.	2,3	2,3	1,7
7.	2,3	2,0	2,1
8.	2,0	1,5	1,9
9.	2,4	1,8	2,2
10.	2,3	2,0	2,5
Mittelzahlen	2,25	2,01	2,15
ϑ	$1^0\,0'\,25''$	$0^0\,53'\,59''$	$0^0\,57'\,44''$

Ferner habe ich versucht, die Täuschung in homogenem gelben Lichte zu beobachten, indem in einem dunklen Zimmer die mattgeschliffene Glasplatte des Apparates von hinten durch eine stark mit Kochsalz imprägnierte Weingeistflamme beleuchtet wurde. Es ergab sich bei binokularer Betrachtung folgendes:

e = 2½ m; $\alpha = 30^0$; $\beta = 0^0$;
Beobachter: Metz.

No. der Beobachtung	in dem Lichte einer Stearinkerze	in dem Lichte einer Natronflamme	Tageslicht und rotes Glas
1.	2,1	1,7	2,2
2.	2,1	1,4	2,2
3.	2,3	1,8	1,8
4.	2,1	1,5	2,1
5.	2,6	2,0	1,9
6.	2,0	1,9	2,0
7.	2,2	1,7	1,8
8.	2,2	1,9	2,2
9.	2,5	1,3	2,1
10.	2,5	1,4	1,9
Mittelzahlen	2,26	1,66	2,02
ϑ	$1^0\,0'\,42''$	$0^0\,44'\,35''$	$0^0\,54'\,15''$

e = 2½ m; $\alpha = 30^0$; $\beta = 0^0$;
Beobachter: L. B.

No. der Beobachtung	in dem Lichte einer Stearinkerze	in dem Lichte einer Natronflamme	Tageslicht und rotes Glas
1.	2,1	1,7	1,8
2.	2,0	1,8	1,7
3.	2,0	2,0	1,7
4.	2,3	1,9	1,6
5.	2,4	1,7	1,9
6.	2,6	1,8	1,7
7.	2,0	1,7	1,9
8.	2,0	1,7	1,8
9.	2,0	1,7	1,6
10.	2,0	1,5	1,8
Mittelzahlen	2,14	1,75	1,75
ϑ	$0^0\,57'\,28''$	$0^0\,47'\,0''$	$0^0\,47'\,0''$

Versuchsweise habe ich auch einmal die Täuschung in dem phosphoreszierenden Lichte der Balmainschen Leuchtfarbe gemessen. Es wurde zu diesem Zwecke die mattgeschliffene Glasplatte der Messvorrichtung durch einen mit Balmainscher Leuchtfarbe bestrichenen Karton ersetzt und die Messungen dann in einem dunkelen Zimmer ausgeführt. Die pseudoskopische Ablenkung war hier ebenfalls geringer, als wenn die Figur hei Tageslicht betrachtet wurde, wie aus folgenden Beobachtungen hervorgeht:

$e = 50$ cm; $\alpha = 30^0$; Beobachter: Metz.

No. der Beobachtung	Tageslicht		Leuchtfarbe	
	$\beta = 0^0$	$\beta = 90^0$	$\beta = 0^0$	$\beta = 90^0$
1.	2,00	3,01	0,50	2,50
2.	1,90	2,49	1,15	2,85
3.	1,99	3,00	0,45	2,70
4.	1,51	3,20	0,20	3,10
5.	1,90	3,00	1,10	3,10
6.	—	—	1,35	—
Mittelzahlen	1,86	2,94	0,79	2,85
φ	$0^0\,49'\,57''$	$1^0\,18'\,57''$	$0^0\,21'\,13''$	$0^0\,16'\,32''$

Es ist klar, dass durch eine weniger intensive Beleuchtung die Streifen sich nicht so deutlich und scharf vom Grunde abheben und infolgedessen eine Verminderung der Täuschung eintreten kann, wovon man sich durch Messung bei einbrechender Dämmerung auch leicht überzeugt. Dies scheint mir, den bis jetzt hierüber angestellten Beobachtungen nach zu urteilen, der Grund für die Abnahme der Täuschung in farbigem Lichte zu sein. Bei all diesen Versuchen mit rotem Glas, Rauchglas, grünem Glas, der Natronflamme uud der Balmainschen Leuchtfarbe war nämlich stets auch eine weniger intensive Beleuchtuug vorhanden als bei Tages- resp. Kerzenlicht.

Ich beabsichtige indessen, um über diese Frage noch genauere Aufschlüsse zu erhalten, bei Gelegenheit die Täuschung in den verschiedenen Strahlengattungen eines objektiven Farbenspektrums zu messen und behalte mir die Mitteilung hierüber noch vor.